

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-270321

(43)Date of publication of application : 14.10.1997

(51)Int.Cl.

H01F 10/08

G01R 33/09

G11B 5/39

H01L 43/08

H01L 43/10

(21)Application number : 08-076923

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 29.03.1996

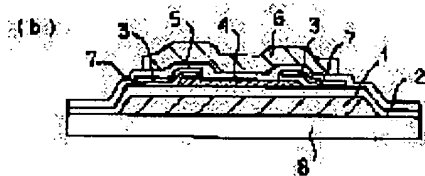
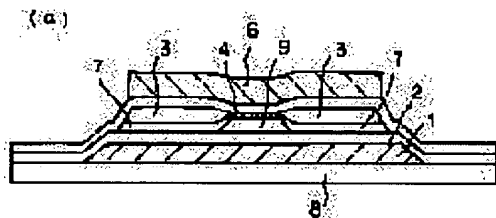
(72)Inventor : YAMAMOTO HIDEFUMI  
NAKADA MASABUMI  
HAYASHI KAZUHIKO  
FUJIKATA JUNICHI  
ISHIHARA KUNIIKO

## (54) MAGNETORESISTANCE EFFECT HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a shield type MR head superior in reliability, having a soft magnetic shield layer having a smooth surface, improved insulation property of an insulation layer formed on the shield layer and improved magnetic characteristic of an MR film on the insulation layer.

SOLUTION: A shield type MR head has an MR element 4 held between a soft magnetic lower and upper shield layers 1 and 6 through insulation gap layers 2, 5. The lower layer 1 is a smooth-surface layer made of a sputter fine crystal or amorphous soft magnetic material. The insulation property of the gap layer 2 just above this layer 1 and the magnetic characteristic of the element 4 are improved to obtain a shield type MR head superior in reliability.



LEGAL STATUS

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-270321

(43) 公開日 平成9年(1997)10月14日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 10/08			H 0 1 F 10/08	
G 0 1 R 33/09			G 1 1 B 5/39	
G 1 1 B 5/39			H 0 1 L 43/08	Z
H 0 1 L 43/08			43/10	
43/10			G 0 1 R 33/06	R
			審査請求 有	請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-76923

(22) 出願日 平成8年(1996)3月29日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 山本 英文

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 中田 正文

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 林 一彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 章夫

最終頁に続く

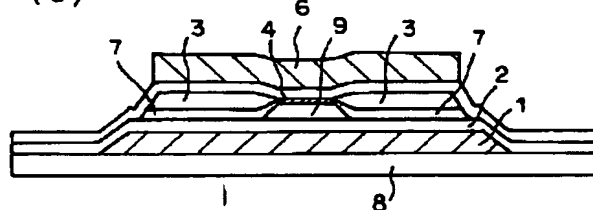
(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果ヘッド

(57) 【要約】

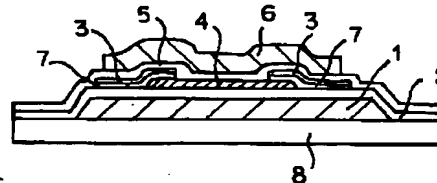
【課題】 シールド型磁気抵抗効果 (MR) ヘッドでは、軟磁性下シールド層の表面が粗いと、絶縁膜の絶縁性が劣化され、MR素子の磁気特性が劣化される。

【解決手段】 軟磁性下シールド層1と上シールド層6との間に絶縁ギャップ層2、5を介してMR素子4を挟んだシールド型MRヘッドにおいて、軟磁性下シールド層1を、スパッタ微結晶またはアモルファス軟磁性材料により表面の滑らかな層として形成する。その直上の下ギャップ層2における絶縁性が高められ、MR素子4の磁気特性が改善され、信頼性に優れたシールド型MRヘッドを得ることができる。

(a)



(b)



- 1 軟磁性下シールド層
- 2 下ギャップ層
- 3 電極
- 4 磁気抵抗素子
- 5 上ギャップ層
- 6 上シールド層
- 8 基板

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軟磁性下シールド層と上シールド層との間に絶縁膜を介して磁気抵抗効果素子が挟まれた構造の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記軟磁性下シールド層はスパッタ微結晶またはアモルファス軟磁性材料により表面の滑らかな層として形成したことを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項2】 軟磁性下シールド層が、FeTa<sub>2</sub>N、CoZrNb、FeHfC、FeTaC、CoTaCのいずれか、またはこれらを主成分とする合金で構成される請求項1の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項3】 軟磁性シールド層が、粒径が10nm以下の体心立方格子構造のα-Fe構造で、その主成分は、Ta含有量が8～13at%、N含有量が10～15at%、残りがFeおよびこれらを主成分とする合金からなるFeTa<sub>2</sub>N膜で構成される請求項1の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項4】 軟磁性シールド層が、アモルファス構造で、その主成分は、Zr含有量が3～8at%、Nb含有量が5～11at%、残りがCoおよびこれらを主成分とする合金からなるCoZrNb膜で構成される請求項1の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項5】 軟磁性シールド層が、粒径10nm以下で、その主成分は、Hf含有量が3～8at%、C含有量が7～13at%、残りがFeおよびこれらを主成分とする合金でからなるFeHfC膜で構成される請求項1の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項6】 軟磁性シールド層が、粒径10nm以下で、その主成分は、Ta含有量が7～13at%、C含有量が8～14at%、残りがFeおよびこれらを主成分とする合金からなるFeTaC膜で構成される請求項1の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項7】 軟磁性シールド層が、粒径10nm以下で、その主成分は、Ta含有量が7～13at%、C含有量が8～14at%、残りがCoおよびこれらを主成分とする合金からなるCoTaC膜で構成される請求項1の磁気抵抗効果ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気媒体等において磁気強度を信号として読み取るための磁気抵抗効果素子に関し、特に信号ビット分解能を高めるために、軟磁性シールド層で磁気抵抗効果膜を挟みこんだ構造のシールド型の磁気抵抗効果ヘッドに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、磁気抵抗センサ（MRセンサ）と呼ばれる磁気読み取り変換器が提案されており、これは、大きな線型密度で磁性表面からデータを読み取れることが知られている。このMRセンサは、読み取り素子によって感知される磁束の強さと方向の関数としての

抵抗変化を介して磁界信号を検出する。こうした従来のMRセンサは、読み取り素子の抵抗の1成分が磁化方向と素子中を流れる感知電流の方向の間の角度の余弦の2乗に比例して変化するという異方性磁気抵抗（AMR）効果に基づいて動作する。AMR効果のより詳しい説明は、D. A. トムソン（Thompson）等の論文“Memory, Storage, and Related Application”IEEE Trans. on Mag. MAG-11, p. 1039 (1975) に報告されている。

【0003】さらに最近では、積層磁気センサの抵抗変化が、非磁性層を介する磁性層間での伝導電子のスピン依存性伝送、及びそれに付随する層界面でのスピン依存性散乱に帰される、より顕著な磁気抵抗効果が報告されている。この磁気抵抗効果は、“巨大磁気抵抗効果”や“スピン・バルブ効果”など様々な名称で呼ばれている。このような磁気抵抗センサは適当な材料で出来ており、AMR効果を利用するセンサで観察されるよりも、感度が改善され、抵抗変化が大きい。この種のMRセンサでは、非磁性層で分離された1対の強磁性体層の間の平面内抵抗が、2つの層の磁化方向の角度の余弦に比例して変化する。

【0004】特開平2-61572号公報には、磁性層内の磁化の反平行整列によって生じる高いMR変化をもたらす積層磁性構造が記載されている。積層構造で使用可能な材料として、前記公報には強磁性の遷移金属及び合金が挙げられている。また、中間層により分解している少なくとも2層の強磁性層の一方に反強磁性層を付加した構造および反強磁性層としてFeMnが適当であることが開示されている。また、特開平4-358310号公報には、非磁性金属体の薄膜層によって仕切られた強磁性体の2層の薄膜層を有し、印加磁界が零である場合に2つの強磁性薄膜層の磁化方向が直交し、2つの非結合強磁性体層間の抵抗が2つの層の磁化方向間の角度の余弦に比例して変化する、センサ中を通る電流の方向とは独立な、MRセンサが開示されている。

【0005】近年、このようなMRセンサを高密度磁気記録信号再生用の磁気ヘッド、すなわち磁気抵抗効果ヘッド（MRヘッド）として用いた磁気記録装置が提供されている。すなわち、近年におけるハードディスクドライブ装置では、高密度記録、小型化が進められており、記録媒体上で読み書きされる磁気エリアが小さくなってきており、これに適用されるものとして磁気抵抗変化を示す出力の大きなMRヘッドが用いられている。特に、この種のMRヘッドにおいては、信号ビット分解能を高めるため軟磁性シールド層で絶縁ギャップ層を介してMR膜を挟み込んだ構造のシールド型MRヘッドが用いられている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】このような、従来のシールド型MRヘッドでは、シールド層として、NiFe軟磁性材料のメッキ層が用いられてきた。しかしなが

## 3

ら、このメッキNiFeシールド層では、メッキ表面が荒れており、この上に絶縁層、MR膜を順次成膜しても、絶縁層にピンホールや厚みの不均一が生じ、その結果絶縁層の絶縁性が十分にとれないことがあり、また荒れたシールド膜上のMR膜はMR膜に不均一な応力が入って磁区が生じ、バルクハウゼンの原因となったり、MR膜の抵抗変化率が減少してしまうという問題があった。このような問題を解決するために表面粗さを改善する目的でスパッタ法を用いてNiFe膜を形成することが検討されてきたが、1~2 $\mu$ m厚みのNiFe膜を軟磁気特性を保ちながらスパッタ形成することは非常に難しいためMRヘッドに適用するのは困難であった。

【0007】本発明の目的は表面粗さの滑らかな軟磁性シールド層を備え、シールド層の上に成膜された絶縁層の絶縁性、及び絶縁層上のMR膜の磁気特性を改善した信頼性に優れたシールド型MRヘッドを提案することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のMRヘッドは、軟磁性下シールド層として、スパッタ微結晶またはアモルファス軟磁性材料により表面の滑らかな層として形成したことを特徴とする。具体的には、軟磁性下シールド層は、FeTa<sub>2</sub>N、CoZrNb、FeHfC、FeTaC、CoTaCのいずれか、またはこれらを主成分とする合金で構成される。

【0009】すなわち、軟磁性シールド層は、粒径が10nm以下の体心立方格子構造の $\alpha$ -Fe構造で、その主成分は、Ta含有量が8~13at%、N含有量が10~15at%、残りがFeおよびこれらを主成分とする合金からなるFeTa<sub>2</sub>N膜で構成される。あるいは、以下のような膜構成とされる。すなわち、アモルファス構造で、その主成分は、Zr含有量が3~8at%、Nb含有量が5/11at%、残りがCoおよびこれらを主成分とする合金からなるCoZrNb膜、または粒径10nm以下で、その主成分は、Hf含有量が3~8at%、C含有量が7~13at%、残りがFeおよびこれらを主成分とする合金でからなるFeHfC膜、または粒径10nm以下で、その主成分は、Ta含有量が7~13at%、C含有量が8~14at%、残りがFeおよびこれらを主成分とする合金からなるFeTaC膜、あるいは粒径10nm以下で、その主成分は、Ta含有量が7~13at%、C含有量が8~14at%、残りがCoおよびこれらを主成分とする合金からなるCoTaC膜である。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の実施例について説明する。図1は本発明が適用されるシールド型MRヘッドの正面図である。同図(a)のMRヘッドでは、基板8上に軟磁性下シールド層1が形成され、その上に下ギャップ絶縁層2、非磁性膜9、MR素子4、上ギャップ絶縁

## 4

層5が順次形成され、さらにその上に上シールド層6が積層されている。また、MR素子4の両側には、その端部に接するように縦バイアス層7と電極3が積層状態に形成されている。また、同図(b)のMRヘッドでは、基板8上に軟磁性下シールド層1が形成され、その上に下ギャップ絶縁層2、MR素子4、上ギャップ絶縁層5が順次形成され、さらにその上に上シールド層6が積層されている。また、MR素子4の両側には、その端部に接するように縦バイアス層7と電極3が積層状態に形成されている。なお、軟磁性シールド層1はフォトリソグラフィ工程によって適当な大きさにパターン形成される。また、磁気抵抗効果素子4もフォトリソグラフィ工程により適当な大きさ形状にパターン化されている。

【0011】そして、前記軟磁性下シールド層1として、FeTa<sub>2</sub>N、CoZrNb、FeHfC、FeTaC、CoTaC及び、これらを主成分とする合金が用いられ、これらの微結晶あるいはアモルファス軟磁性層が用いられる。これにより、軟磁性下シールド層1の表面が滑らかなものとなり、その上に形成される下ギャップ絶縁膜2の絶縁性が高められ、抵抗変化も劣化しないシールド型MRヘッドを得ることが可能となる。

【0012】すなわち、FeTa<sub>2</sub>N膜は、粒径が10nm以下の体心立方格子構造の $\alpha$ -Fe構造で、主成分は、Ta含有量が8~13at%、N含有量が10~15at%、残りがFeおよびこれらを主成分とする合金である。

【0013】CoZrNb膜は、アモルファス構造で、その組成は、Zr含有量が3~8at%、Nb含有量が5/11at%、残りがCoであり、及びこれらを主成分とする合金である。

【0014】FeHfC膜は、粒径10nm以下で、その組成は、Hf含有量が3~8at%、C含有量が7~13at%、残りがFeであり、及びこれらを主成分とする合金である。

【0015】FeTaC膜は、粒径10nm以下で、その組成は、Ta含有量が7~13at%、C含有量が8~14at%、残りがFeであり、及びこれらを主成分とする合金である。

【0016】CoTaC膜は、粒径10nm以下で、その組成は、Ta含有量が7~13at%、C含有量が8~14at%、残りがCo及び、これらを主成分とする合金である。

【0017】以上のそれぞれの膜における軟磁性特性についてみると、例えば、FeTa<sub>2</sub>N膜について検討する。図2は、FeTa<sub>2</sub>N膜の飽和磁化と保磁力の組成依存性を表すグラフである。組成がTa:8~13at%、N:10~15at%、Fe:70~85at%の範囲から外れると、保磁力が10e以上と良好な軟磁性特性を示さないようになり、下シールド層としては不適当である。同様に、CoZrNb、FeHfC、FeT

## 5

a C, CoTaCは指定した範囲外の組成では、良好な軟磁気特性を示さなかった。したがってこの範囲外では、下シールド膜としては不適当である。

【0018】一方、表面粗さについてみると、図3は従来技術におけるAlTiC基板上にメッキで成膜された $2.0\mu\text{m}$ の膜厚のNiFe膜の表面粗さのAFM像である。このメッキNiFe膜の表面粗さは、 $R_a = 5.7\text{nm}$ ,  $R_{\text{max}} = 46\text{nm}$ 存在し、かなり大きな表面粗さが存在する。これに対し、図4は本発明にかかるもので、AlTiC基板上にスパッタリング法により成膜した $2.0\mu\text{m}$ の膜厚のFeTa<sub>2</sub>N膜表面粗さのAFM像である。ここでは、一部にナイフエッジ状の突起が見られるが、これは基板上についていた傷の影響によるものである。これらのナイフエッジ状の部分を取り除いた膜表面の粗さは、 $R_a = 1.4\text{nm}$ ,  $R_{\text{max}} = 33\text{nm}$ であり、図3の従来のメッキNiFe膜の表面粗さに比べて小さなものとなる。なお、他のCoZrNb, FeHfC, FeTaC, CoTaCの表面粗さを調べたが、同じようにメッキNiFe膜の表面の表面粗さよりも小さいことが確かめられた。

【0019】次に、軟磁性下シールド層1上に形成された下ギャップ層2としてのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の絶縁性を検討した。まず、低抵抗Si基板上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜をスパッタリング法を用いて $1000\text{\AA}$ 成膜し、その上に電極となるAl膜を $2000\text{\AA}$ 成膜した。Al膜をMRヘッド電極面積に近い $0.2 \times 0.2\text{mm}^2$ パターンにフォトリソグラフィ技術でエッチングし、Si基板とAl電極間に一定電圧を印加し、流れる電流を測定して、絶縁性を調べた。図5はこのときの、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜 $1000\text{\AA}$ の印加電圧とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の比抵抗値の関係を表すグラフである。 $0.01 \sim 1(\text{V})$ の印加電圧に対して $10^{10} \sim 10^{12}\Omega \cdot \text{cm}$ と絶縁膜としては、十分な比抵抗値である。

【0020】次に、表面粗さの悪いメッキ膜上の、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の絶縁性について検討した。AlTiC基板上にメッキNiFe膜を $2\mu\text{m}$ の膜厚に成膜し、この上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を $1000\text{\AA}$ 成膜し、その上に電極を成膜し、電極パターンを前記と同様に $0.2 \times 0.2\text{mm}^2$ パターンにエッチングした。図6はこのときの、下メッキNiFe膜と電極の間に一定電圧を印加したときの比抵抗値のグラフである。9試料について測定したところ、メッキNiFe膜の表面粗さに対応して、絶縁性は $10^2 \sim 10^6\Omega \cdot \text{cm}$ と非常に悪いものとなった。

【0021】これに対し、本発明について検討した。AlTiC基板上にFeTa<sub>2</sub>N膜を $2\mu\text{m}$ の膜厚に成膜し、この上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を $1000\text{\AA}$ 成膜し、その上に電極を成膜し、電極パターンを $0.2 \times 0.2\text{mm}^2$ パターンにエッチングした。図7はこのときの、FeTa<sub>2</sub>N膜と電極の間に一定電圧を印加したときの比抵抗値のグラフである。絶縁性は $10^8 \sim 10^{11}\Omega \cdot \text{cm}$ とS

## 6

i基板上Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の絶縁性よりは、劣るものの絶縁性としては十分であることが確認された。

【0022】ここで、本発明にかかる軟磁性下シールド層1の膜厚については、特に制限はないが、 $0.1\mu\text{m}$ から $5\mu\text{m}$ が好ましい。 $0.1\mu\text{m}$ 以下になるとシールド層の効果が小さくなり、ビット分解が悪くなる。一方、 $5\mu\text{m}$ 以上にしてもシールド層の効果は低下されないが、膜厚の増加に準じて効果が増大されることもなく、膜の作製上の無駄が多くなり、不経済なものとなる。

【0023】なお、下ギャップ層は、前記したアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)以外にも、酸化シリコン、窒化アルミニウム、窒化シリコン等が適用可能であり、膜厚が $0.03 \sim 0.20\mu\text{m}$ の範囲での使用が好ましい。また、電極としては、Zr, Ta, Moの単体、もしくは合金、混合物が望ましく、膜厚は $0.01 \sim 0.10\mu\text{m}$ の範囲が好ましい。縦バイアス層としては、CoCrPt, CoCr, CoPt, CoCrTa, FeMn, NiO, NiCoOを用いることができる。ギャップ規定絶縁膜としては、アルミナ、酸化シリコン、窒化アルミニウム、窒化シリコン等が適用可能であり、膜厚は $0.005 \sim 0.05\mu\text{m}$ の範囲が望ましい。上ギャップ層はアルミナ、酸化シリコン、窒化アルミニウム、窒化シリコンが適用可能であり、膜厚は $0.03 \sim 0.20\mu\text{m}$ 範囲が望ましい。

## 【0024】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、軟磁性下シールド層と上シールド層との間に絶縁膜を介して磁気抵抗効果素子が挟まれた構造のMRヘッドの軟磁性下シールド層として、スパッタ微結晶またはアモルファス軟磁性材料により表面の滑らかな層として形成しているので、絶縁膜における絶縁性が高められ、これによりMR素子の磁気特性が改善され、信頼性に優れたシールド型MRヘッドを得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用されるMRヘッドの異なる構造を示す正面図である。

【図2】FeTa<sub>2</sub>N膜の飽和磁化、保磁力の組成依存性を示す図である。

【図3】従来の下シールド層の表面粗さを示すAFM像の図である。

【図4】本発明の下シールド層の表面粗さを示すAFM像の図である。

【図5】シリコン基板上的アルミナ膜の印加電圧と比抵抗値の関係を表すグラフである。

【図6】メッキNiFe膜上のアルミナ膜の印加電圧と比抵抗値の関係を表すグラフである。

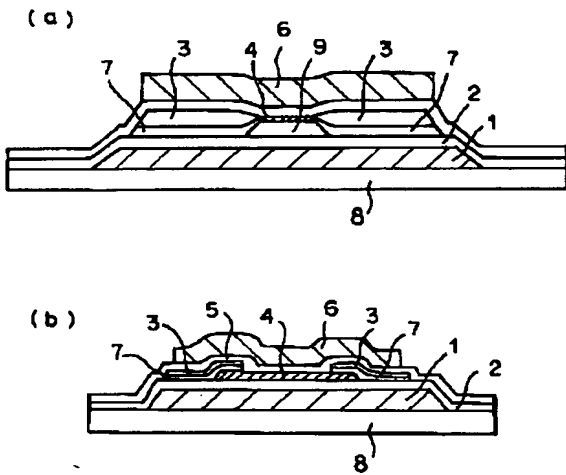
【図7】FeTa<sub>2</sub>N膜上のアルミナ膜の印加電圧と比抵抗値の関係を表すグラフである。

## 【符号の説明】

- 1 軟磁性下シールド層  
2 下ギャップ層  
3 電極  
4 磁気抵抗効果素子  
5 上ギャップ層

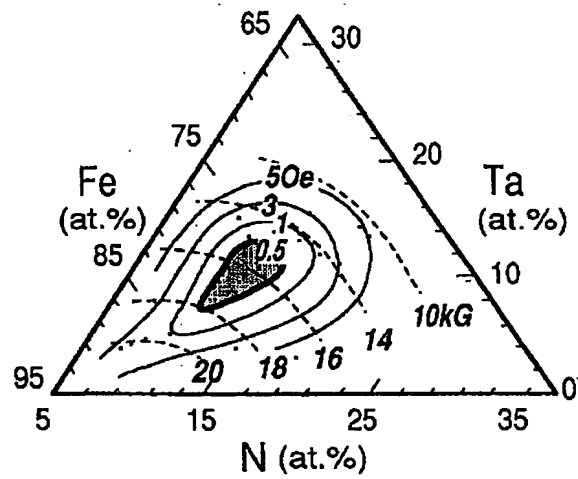
- 6 上シールド層  
7 縦バイアス層  
8 基板  
9 非磁性膜

【図1】

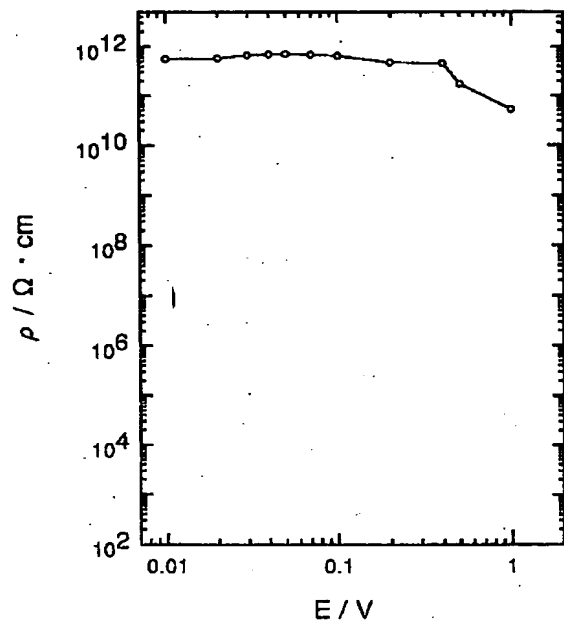


- 1 軟磁性下シールド層  
2 下ギャップ層  
3 電極  
4 磁気抵抗素子  
5 上ギャップ層  
6 上シールド層  
8 基板

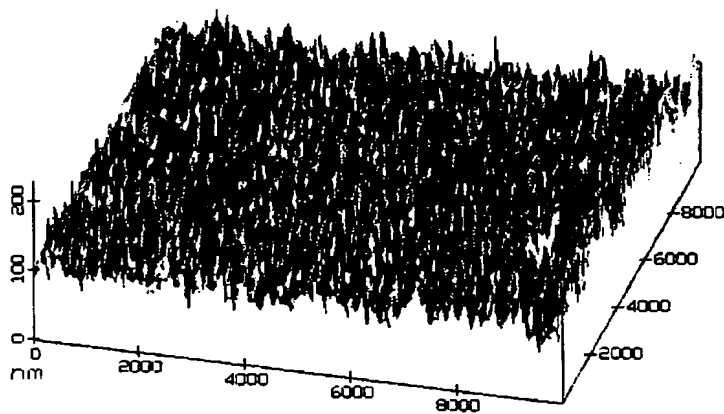
【図2】



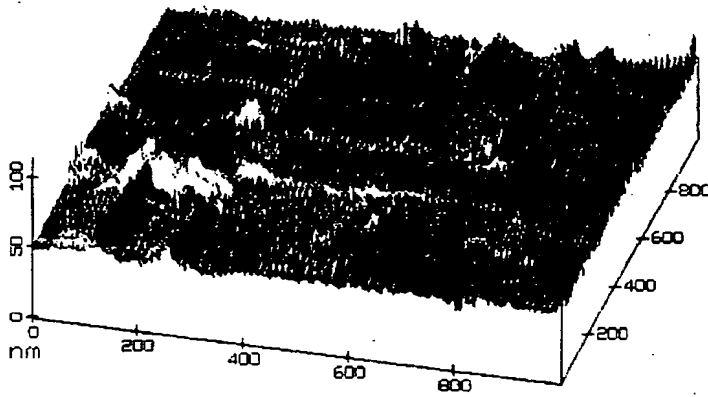
【図5】



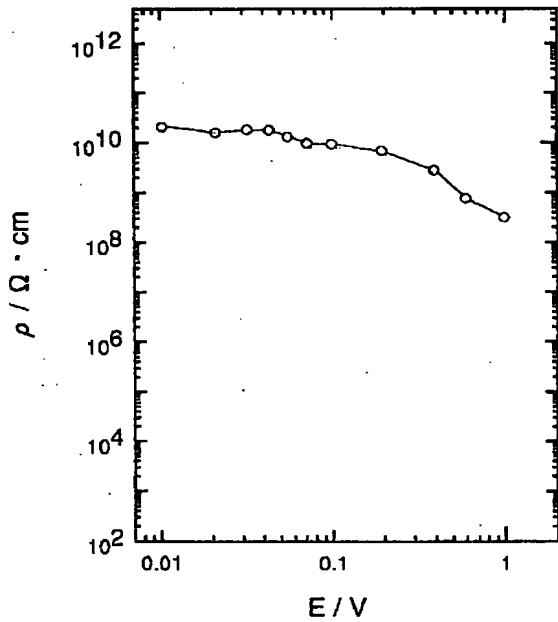
【図3】



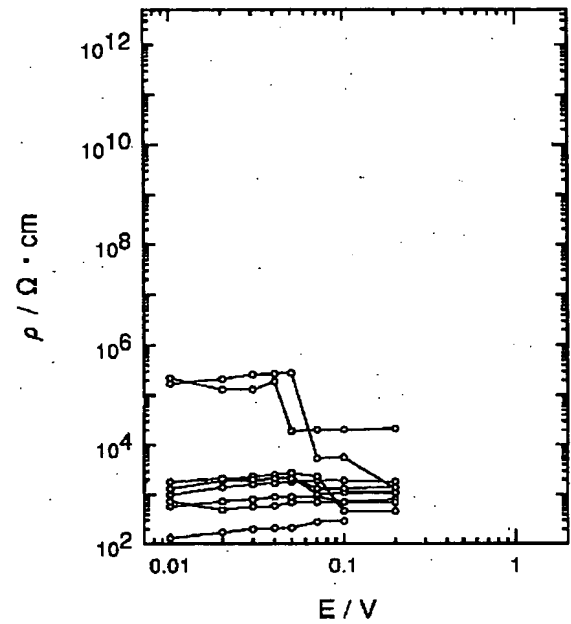
【図4】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 藤方 潤一  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 石原 邦彦  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**